

Requested Patent: JP10247618A
Title: SCANNING TYPE ALIGNER ;
Abstracted Patent: JP10247618 ;
Publication Date: 1998-09-14 ,
Inventor(s): SHIRAISHI NAOMASA ;
Applicant(s): NIKON CORP ;
Application Number: JP19970065316 19970304 ;
Priority Number(s): ;
IPC Classification: H01L21/027; G03F7/20 ;
Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent in advance generation of defective exposure caused by the positional deviation of a mark (reticle) when a mask stage is accelerated. SOLUTION: The relative scanning of a reticle stage RST and a wafer stage WST is conducted through a stage control system 21 for the purpose of exposing a reticle pattern using a main control device. The relative positional relation between the reticle stage RST and the reticule R is detected by the detection means provided on the reticle stage RST. When the detected values of the detection device are different with each other before a mutual scanning operation performed on both stages is started and when the operation is finished, the exposing operation is discontinued. Accordingly, the generation of defective exposure, caused by the positional deviation of the reticle when the reticle stage is accelerated, can be prevented.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-247618

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月14日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 8

G 0 3 F 7/20

5 2 1

G 0 3 F 7/20

5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-65316

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月4日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 白石 直正

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

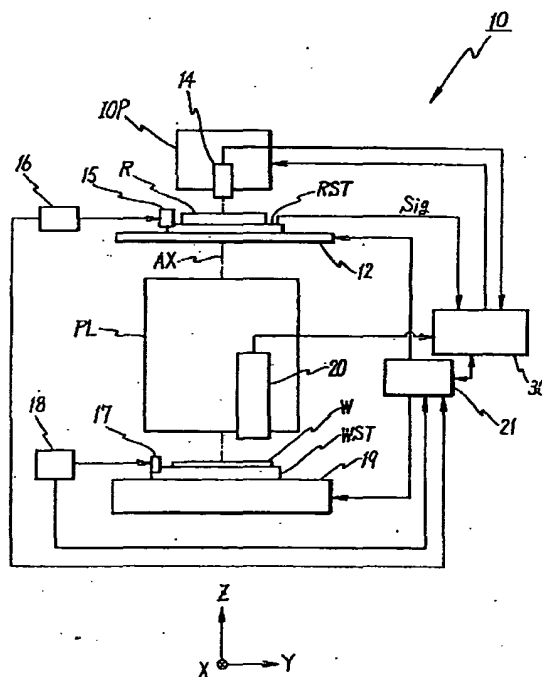
(74) 代理人 弁理士 立石 篤司 (外1名)

(54) 【発明の名称】 走査型露光装置

(57) 【要約】

【課題】 マスクステージ加速時のマスク（レチクル）の位置ずれに起因する露光不良の発生を未然に防止する。

【解決手段】 主制御装置30により、レチクルパターンの露光のため、ステージ制御系21を介してレチクルステージRST、ウエハステージWSTの相対走査が行われるが、この相対走査の際のレチクルステージRSTとレチクルRとの相対位置関係がレチクルステージRST上に設けられた検出手段によって検出される。そして、両ステージの相対走査開始前と加速終了時とで検出手段の検出値が相互に異なる場合には、主制御装置30により露光が中断される。従って、レチクルステージ加速時のレチクルの位置ずれに起因する露光不良の発生が未然に防止される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクと感応基板とを投影光学系に対して所定の走査方向に相対移動させ、前記マスクに形成されたパターンの像を前記投影光学系を介して前記感応基板上に逐次露光転写する走査型露光装置であって、前記マスクを保持して所定の移動面上を前記走査方向に所定ストローク範囲で移動可能なマスクステージと；前記感応基板を保持して前記マスクステージの移動面とほぼ共役な面内を移動可能な基板ステージと；前記マスクステージと前記基板ステージとを同期して前記走査方向に相対移動させるステージ制御系と；前記マスクステージと前記マスクとの相対位置関係を検出する検出手段と；前記マスクパターンの露光のため、前記ステージ制御系を介して前記両ステージの相対走査を行なうとともに前記両ステージの相対走査開始前と加速終了時との前記検出手段の検出値が相互に異なる場合には、露光を中断する制御手段とを有する走査型露光装置。

【請求項2】 前記マスクと前記基板ステージ又は前記感応基板上の所定の基準点との相対位置関係を計測するための計測手段を更に有し、

前記制御手段は、前記露光の中断後に、前記計測手段を用いて前記マスクと前記基準点との相対位置関係を計測した後、前記露光のための前記両ステージの相対走査を再度行なうことを特徴とする請求項1に記載の走査型露光装置。

【請求項3】 マスクと感応基板とを投影光学系に対して所定の走査方向に相対移動させ、前記マスクに形成されたパターンを前記投影光学系を介して前記感応基板上に逐次露光転写する走査型露光装置であって、前記マスクを保持して所定の移動面上を前記走査方向に所定ストローク範囲で移動可能であるとともに前記移動面上の微小移動が可能なマスクステージと；前記感応基板を保持して前記マスクステージの移動面とほぼ共役な面内を移動可能な基板ステージと；前記マスクステージと前記基板ステージとを同期して前記走査方向に相対移動させるステージ制御系と；前記マスクステージと前記マスクとの相対位置関係を検出する検出手段と；前記ステージ制御系による前記両ステージの相対走査開始前と加速終了時との前記検出手段の検出値が相互に異なる場合には、当該両検出値に基づいて前記マスクステージの面内位置を補正するとともに露光を行なう制御手段とを有する走査型露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走査型露光装置に係り、更に詳しくは、例えば半導体素子、撮像素子（CCD等）、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等の製造工程内のフォトリソグラフィ工程でマスクパターンを感光性の基板上に露光するスリットスキャン、ステップアンドスキャン方式等の走査型露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子等を製造するためのリソグラフィ工程（マスクパターンのレジスト像を基板上に形成する工程）では、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを投影光学系を介して、フォトリソグが塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）の基板上に露光する投影露光装置、例えばステップアンドリピート方式の縮小投影露光装置（ステッパー）等が使用されている。かかる縮小投影露光装置では、レチクル上に5倍ないし4倍に拡大されて描画されたパターン原版を投影光学系により縮小してウエハ上に露光転写する。

【0003】ところで、半導体素子はますます高集積化し、より集積度の高いULSIの製造に際しては、より解像度が高い、従ってより開口数が大きな投影光学系が必要となる。また、半導体素子の大量生産を目的とするため必然的に高スループットが要求され、より露光エリアの大きな投影光学系が必要となる。これらの要求により投影光学系はますます巨大化し、また、大開口数化のために得られる焦点深度が小さくなってきた。そこでこれらの問題を解決するために、小さな露光エリアの投影光学系を用い、かつ、レチクルとウエハを結像関係を保ったまま相対走査することで、結果として大きな露光エリアが得られる走査型露光装置（スキャン型露光装置）が注目され、実用化され始めている。

【0004】スキャン型露光装置では、レチクルとウエハの結像関係を保つために、レチクルの走査には、ウエハのそれに比べて5倍ないし4倍の速度が要求される。走査速度が遅ければ、露光装置としてのスループットが低下するために、高スループット化のためには速い走査速度と大きな加速度が要求される。

【0005】一般にステッパー及びスキャン型露光装置では、レチクル及びウエハはそれぞれのステージ上へ真空吸着部を介して固定されている。すなわち、それぞれのステージのレチクル又はウエハとの接触面には、微小な溝が刻まれ、その溝の中の気圧を大気圧より低くし、気圧差を生じさせることでレチクル及びウエハを各ステージに固設している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】走査型露光装置では、高スループット化の要求や、化学増幅型レジスト等の超高感度レジストの普及等により、走査速度（スキャン速度）及び加速度はますます増大する傾向にあり、特に加速度の増大に伴って、真空吸着されたレチクル又はウエハが加速度により吸着面内方向に位置ずれするおそれが生じてきた。特にレチクルステージには、ウエハステージに比べて結像倍率分だけ大きな加速度が加わるため、その影響は深刻である。

【0007】レチクルがレチクルステージ上の所定の位置からずれた状態で露光が行われた場合、当然ウエハ上

に転写されるパターンも位置ずれし、既存のパターンに対して正確な重ね合わせが行なわれず、不良品のLSIを製造してしまうこととなる。

【0008】本発明は、かかる従来技術の有する不都合に鑑みてなされたもので、請求項1ないし3に記載の発明の目的は、マスクステージ加速時のマスク（レチクル）の位置ずれに起因する露光不良の発生を未然に防止することが可能な走査型露光装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、マスク（R）と感応基板（W）とを投影光学系（PL）に対して所定の走査方向に相対移動させ、前記マスク（R）に形成されたパターンの像を前記投影光学系（PL）を介して前記感応基板（W）上に逐次露光転写する走査型露光装置であって、前記マスク（R）を保持して所定の移動面上を前記走査方向に所定ストローク範囲で移動可能なマスクステージ（RST）と；前記感応基板（W）を保持して前記マスクステージの移動面とほぼ共役な面内を移動可能な基板ステージ（WST）と；前記マスクステージ（RST）と前記基板ステージ（WST）とを同期して前記走査方向に相対移動させるステージ制御系（21）と；前記マスクステージと前記マスクとの相対位置関係を検出する検出手段（36～44）と；前記マスクパターンの露光のため、前記ステージ制御系を介して前記両ステージの相対走査を行なうとともに前記両ステージの相対走査開始前と加速終了時との前記検出手段の検出値が相互に異なる場合には、露光を中断する制御手段（30）とを有する。

【0010】これによれば、ステージ制御系により、マスクステージと基板ステージとが同期して走査方向に相対移動させる相対走査が行われる。本明細書において、この相対走査とは、それぞれのステージを停止状態から所定の目標速度まで同期して加速し、両ステージがそれぞれの目標速度に達すると、その速度での等速同期状態を保持したまま両ステージを移動させることを意味する。

【0011】また、制御手段により、マスクパターンの露光のため、ステージ制御系を介して両ステージの上記の相対走査が行われるが、この相対走査の際のマスクステージとマスクとの相対位置関係が検出手段によって検出される。そして、両ステージの相対走査開始前と加速終了時とで検出手段の検出値が相互に異なる場合には、制御手段により露光が中断される。

【0012】これにより、相対走査の開始後、加速中のレチクルステージに加わる加速度に起因してマスクがマスクステージ上で位置ずれした場合には、両ステージの相対走査開始前と加速終了時とで検出手段の検出値が相互に異なるので、制御手段により露光が中断されることとなる。従って、マスクステージ加速時のマスク（レチ

クル）の位置ずれに起因する露光不良の発生が未然に防止される。

【0013】なお、制御手段は、検出手段の検出値を相対走査の開始時点と加速終了時点とでモニタしても良いが、相対走査の間中ずっとモニタしても良い。

【0014】この場合において、請求項2に記載の発明の如く、前記マスク（R）と前記基板ステージ（WST）又は前記感応基板（W）上の所定の基準点との相対位置関係を計測するための計測手段（14）を更に有する場合には、前記制御手段（30）は、前記露光の中断後に、前記計測手段を用いて前記マスクと前記基準点との相対位置関係を計測した後、露光のための前記両ステージの相対走査を再度行なうようにしても良い。このようにする場合には、露光の中断後に、計測手段を用いてマスクと基板ステージ又は感応基板上の所定の基準点との相対位置関係が計測され、露光のための両ステージの相対走査が再度行なわれるので、中断によるスループット低下を抑制することが可能になる。

【0015】この場合、再度の露光の際には、マスクの所定の基準点に対する位置が再度検出されるので、そのマスクの位置ずれを考慮して基板ステージ側の移動を行なうようにすることが望ましい。

【0016】請求項3に記載の発明は、マスク（R）と感応基板（W）とを投影光学系（PL）に対して所定の走査方向に相対移動させ、前記マスク（R）に形成されたパターンの像を前記投影光学系（PL）を介して前記感応基板（W）上に逐次露光転写する走査型露光装置であって、前記マスク（R）を保持して所定の移動面上を前記走査方向に所定ストローク範囲で移動可能であるとともに前記移動面上の微小移動が可能なマスクステージ（RST）と；前記感応基板（W）を保持して前記マスクステージ（RST）の移動面とほぼ共役な面内を移動可能な基板ステージ（WST）と；前記マスクステージと前記基板ステージとを同期して前記走査方向に相対移動させるステージ制御系（21）と；前記マスクステージ（RST）と前記マスク（R）との相対位置関係を検出する検出手段と；前記ステージ制御系による前記両ステージの相対走査開始前と加速終了時との前記検出手段の検出値が相互に異なる場合には、当該両検出値に基づいて前記マスクステージの面内位置を補正するとともに露光を行なう制御手段（30）とを有する。

【0017】これによれば、ステージ制御系により、マスクステージと基板ステージとが同期して走査方向に相対移動させる相対走査が行われる。また、制御手段により、ステージ制御系による両ステージの相対走査開始前と加速終了時との検出手段の検出値が相互に異なる場合には、当該両検出値に基づいてマスクステージの面内位置が補正されるとともに露光が行われる。

【0018】これにより、相対走査の開始後、加速中のマスクステージに加わる加速度に起因してマスクがマス

クステージからずれた場合には、相対走査開始前と加速終了時との検出手段の検出値に基づいてマスクステージの面内位置が補正されるとともに露光が行われるようになる。従って、マスクステージ加速時のマスク（レチクル）の位置ずれに起因する露光不良の発生を未然に防止することができるとともに、露光が中止されないで、スルーボットの低下も生じない。

【0019】この場合には、その走査露光中も制御手段では、検出手段の出力を常時モニタし、検出手段の出力に変化が生じた場合には、変化前後の検出値に基づいてマスクステージの面内位置を補正しつつ露光を続行するようにしても良い。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図1ないし図4に基づいて説明する。

【0021】図1には、実施形態に係る走査型露光装置10の全体構成が概略的に示されている。この走査型露光装置10は、いわゆるステップアンドスキャン露光方式の投影露光装置である。

【0022】この走査型露光装置10は、露光用の照明光でマスクとしてのレチクルRを照明する照明光学系IOP、マスクとしてのレチクルRを保持するマスクステージとしてのレチクルステージRST、投影光学系PL、基板としてのウエハWを保持する基板ステージとしてのウエハステージWST、及びこれらの制御系等を備えている。

【0023】照明光学系IOPは、例えばコリメータレンズ、フライアイレンズ、リレーレンズ系、レチクルブラインド、コンデンサレンズ等（いずれも図示省略）を含んで構成され、不図示の光源からの照明光によりほぼ均一な照度でレチクルR上のレチクルブラインドにより規定された所定のスリット状の照明領域IAR（図2参照）を上方から照明する。照明光としては、例えばKrFエキシマレーザ光やArFエキシマレーザ光等のエキシマレーザ光、銅蒸気レーザやYAGレーザの高調波、あるいは超高圧水銀ランプからの紫外域の輝線（g線、i線等）等が用いられる。

【0024】前記レチクルステージRSTは、水平面（XY平面）に沿って配置されたレチクルベース12上に載置されており、このレチクルステージRST上にはレチクルRが、真空吸着部（これについては後述する）を介して固定されている。レチクルステージRSTは、レチクルRの位置決めのため、レチクルベース12上を2次元的に（X軸方向及びこれに直交するY軸方向及びXY平面に直交するZ軸回りの回転方向に）微少駆動可能に構成されている。

【0025】また、このレチクルステージRSTは、リニアモータ等で構成されたレチクル駆動部（図示省略）により、所定の走査方向（ここでは、Y方向とする）に指定された走査速度で駆動可能となっている。このレチ

クルステージRSTは、レチクルRの全面が少なくとも照明光学系の光軸（後述する投影光学系PLの光軸AXと一致）を横切ることができるだけの移動ストロークを有している。

【0026】レチクルステージRSTの端部にはレチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）16からのレーザビームを反射する移動鏡15が固定されており、レチクルステージRSTのXY面内の位置はレチクル干渉計16によって所定の分解能で常時検出される。ここで、レチクルステージRST上には実際には、図2の平面図に示されるように、走査方向であるY方向に直交する反射面を有する2つの移動鏡15Y1、15Y2と、非走査方向（X方向）に直交する反射面を有する移動鏡15Xとが設けられ、これに対応してレチクル干渉計も走査方向に2軸、非走査方向であるX方向に1軸設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡15、レチクル干渉計16として示されている。

【0027】レチクル干渉計16からのレチクルステージRSTの位置情報はステージ制御系21及びこれを介して主制御装置30に供給されるようになっており、ステージ制御系21は、レチクルステージRSTの並進位置と回転量を演算し、この演算結果に基づいてレチクル駆動部（図示省略）を介してレチクルステージRSTを駆動制御する。なお、主制御装置30により、レチクルステージRSTの上方に配置された計測手段としてのレチクルアライメント顕微鏡14を用いて、レチクルR上のアライメントマークM1、M2（図3参照）とウエハステージWST上の不図示の基準板上の基準マークとの相対位置関係の計測が行われ、この計測結果に基づいてステージ制御系21によって所定の基準位置にレチクルRが精度良く位置決めされるように、レチクルステージRSTの初期位置が決定されるため、移動鏡15の位置をレチクル干渉計16で測定するだけでレチクルRの位置を十分高精度に測定したことになる。

【0028】前記投影光学系PLは、レチクルベース12の図1における下方に配置され、その光軸AX（照明光学系の光軸に一致）の方向がZ軸方向とされ、ここでは両側テレセントリックで所定の縮小倍率（例えば1/5、又は1/4）を有する屈折光学系が使用されている。このため、照明光学系IOPからの照明光によってレチクルRの照明領域IAR（図2参照）が照明されると、このレチクルRを通過した照明光ILにより、投影光学系PLを介してレチクルRの回路パターン縮小像が表面にフォトリソ（感光材）が塗布されたウエハW上に形成される。

【0029】前記ウエハステージWSTは、投影光学系PLの図1における下方に配置されたウエハベース19上をXY2次元方向に移動可能になっている。このウエハステージWST上には、不図示のウエハホルダを介してウエハWが真空吸着されている。ウエハステージWST

は、ウエハW上の複数のショット領域を前記照明領域IARと共役な露光領域IAに位置させることができるように、前記の如く走査方向(Y方向)の移動のみならず、走査方向に直交する方向(X方向)にも移動可能に構成されている。このウエハステージWSTはモータ等のウエハステージ駆動部(図示省略)によりXY2次元方向に駆動されるようになっている。

【0030】ウエハステージWST上面の端部にはウエハレーザ干渉計(以下、「ウエハ干渉計」という)18からのレーザビームを反射する移動鏡17が固定され、ウエハステージWSTのXY平面内での位置はウエハ干渉計18によって、所定の分解能で常時検出されている。ここで、実際には、ウエハステージWST上には走査方向に直交する反射面を有するY移動鏡と非走査方向に直交する反射面を有するX移動鏡とが設けられ、これに対応してウエハ干渉計もX軸方向位置計測用のX干渉計とY軸方向位置計測用のY干渉計とが設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡17、ウエハ干渉計18として示されている。ウエハステージWSTの位置情報(又は速度情報)はステージ制御系21及びこれを介して主制御装置30に給されるようになっており、ステージ制御系21ではこの位置情報(又は速度情報)に基づいてウエハステージWSTを制御する。

【0031】本実施形態においては、ウエハWへのレチクルパターンの露光に際して、主制御装置30からの指示に応じ、ステージ制御系21ではレーザ干渉計16、18の計測値をモニタしつつウエハステージWSTとレチクルステージRSTとを、レチクルRとウエハWの結像関係を保ちつつ同期して走査する。

【0032】この走査露光について更に詳述すると、図2に示されるように、レチクルRの走査方向(Y方向)に対して垂直な方向に長手方向を有する長方形(スリット状)の照明領域IARでレチクルRが照明され、レチクルRは露光時に-Y方向に速度VRで走査(スキャン)される。照明領域IAR(中心は光軸AXとはほぼ一致)は投影光学系PLを介してウエハW上に投影され、スリット状の露光領域IAが形成される。ウエハWはレチクルRとは倒立結像関係にあるため、ウエハWは速度VRの方向とは反対方向(+Y方向)にレチクルRに同期して速度VWで走査され、ウエハW上のショット領域SAの全面が露光可能となっている。走査速度の比VW/VRは正確に投影光学系PLの縮小倍率に応じたものになっており、レチクルRのパターン領域PAのパターンがウエハW上のショット領域SA上に正確に縮小転写される。照明領域IARの長手方向の幅は、レチクルR上のパターン領域PAよりも広く、遮光領域STの最大幅よりも狭くなるように設定され、走査(スキャン)することによりパターン領域PA全面が照明されるようになっている。

【0033】図1に戻り、投影光学系PLの側面には、

ウエハW上の各ショット領域に付設されたアライメントマーク(ウエハマーク)の位置を検出するためのオフ・アクシス方式の高倍率画像センサから成るウエハアライメント顕微鏡20が設けられている。そのアライメント顕微鏡20の計測結果は、装置全体の動作を制御する主制御装置30に供給されている。

【0034】上記の走査露光に先立って、ウエハWとレチクルRとの位置関係を正確に合わせる必要がある(レチクルアライメント及びウエハアライメント)。これは、レチクルアライメント顕微鏡14及びウエハアライメント顕微鏡20を用いて、ウエハW、レチクルR上にそれぞれ形成されたアライメントマークの位置を検出し、その位置関係を求めることにより行なう。勿論、その前に両顕微鏡14、20間の位置関係の計測(ベースライン計測)を行なっておくが、それらのシーケンスは従来の露光装置と同様であるのでここでは説明を省略する。

【0035】本実施形態の走査型露光装置10では、ウエハW上の各ショット領域を走査(スキャン)露光する動作と、次のショットの露光開始位置までウエハステージWSTを移動させるステップ動作とを繰り返すステップ・アンド・スキャン方式でウエハW上の各ショット領域に順次レチクルパターンの露光が行なわれる。

【0036】次に、本実施形態の特徴的構成部分であるレチクルステージRSTの構成を図3を用いて説明する。図3にはレチクルステージRST部分の平面図(照明光学系IOP方向から見た図)が示されている。この図3において、レチクルステージRST上面のほぼ4角の部分には、レチクルRを吸着する真空吸着部22a~22dが設けられており、これらの真空吸着部22a~22dを介してレチクルRがレチクルステージRST上に吸着固定されている。真空吸着部22a~22dは、レチクルRの中央部に形成された回路パターンや、レチクルアライメントマークM1、M2部分を回避した位置に形成されている。

【0037】真空吸着部22a及び22dに対向するレチクルRのパターン面(図3における紙面裏面側の面)には、Y方向に周期性を有する格子マーク24a、24bがそれぞれ形成されている。本実施形態では、これらの格子マーク24a、24bとレチクルステージRSTとの位置関係を検出する後述する位置センサがレチクルステージRST上に設けられている。

【0038】図4(A)には、図3の真空吸着部22d近傍の拡大図が示されており、また、図4(B)には、図4(A)のB-B線断面図が概略的に示されている。これらの図に示されるように、真空吸着に必要な溝26は、石英ガラス等からなる透明な吸着部28に形成されており、この溝26内が吸引穴30及びこの吸引孔30に接続された配管32を介して外部の不図示の真空ポンプの真空吸引力により吸引され、溝26内には負圧が生

じ、溝26内外の気圧差によってレチクルRは吸着される。透明な吸着部28のレチクルRと反対側の面(図4(B)における下面)には、所定間隔でY方向の周期性を有する2つの格子マーク34a、34bが形成されている。

【0039】前記レチクルステージRSTの内部の吸着部28の下方には、半導体レーザ等の光源36、整形レンズ38、ハーフミラー40及びミラー42から成る送光光学系と、光ディテクタ44とから成る検出手段としての位置センサが設けられている。ここで、この位置センサの構成各部の作用について説明する。

【0040】半導体レーザ等の光源36を発した光束Lが整形レンズ38を介してハーフミラー40によって分割される。ハーフミラー40で反射された光束L1は、一方の格子マーク34aを垂直に照射し、これによって生じた+1次回折光+L11はレチクルRのパターン面に形成された格子マーク24bに所定方向(-1次の方向)から入射する。一方、ハーフミラー40を透過した光束L2は、ミラー42を介して格子マーク34bを垂直に照射し、これによって生じた-1次回折光-L21はレチクルRのパターン面に形成された格子マーク24bに所定方向(+1次の方向)から入射する。これらの一対の1次回折光(+L11、-L21)の照射により格子マーク24b部分には、Y方向に周期性を有する干渉縞が形成され、この干渉縞の格子マーク24bによる反射光(回折光(+L11、-L21)の照射により格子マーク24bから垂直に発生する回折光の合成光束)が光ディテクタ44によって受光される。

【0041】ここで、上記の干渉縞の格子マーク24bによる反射光は、干渉縞の位置(すなわちその発生源であるレチクルステージRSTの位置)と格子マーク24bの位置(すなわちレチクルRの位置)との相対関係により変化するので、光ディテクタ44で反射光強度Sigをモニタすることにより、レチクルRがレチクルステージRSTに対して位置ずれしたか否かを判断することができるようにしている。

【0042】なお、図示は省略したが、真空吸着部22a部分にも、同様に格子マーク24a上に干渉縞を生じさせ、その反射光強度を検出する図3(B)と同様の位置センサが設けられており、同様にしてレチクルRがレチクルステージRSTに対して位置ずれしたか否かが判断できるようになっている。

【0043】本実施形態では、主制御装置30は、前述したレチクルアライメント及びウエハアライメントの完了時に、上記の反射光強度Sigをモニタし、不図示の内部メモリに記憶する。そして、主制御装置50ではレチクルステージRSTとウエハステージWSTとの前述した相対走査をステージ制御系21を介して開始し、両ステージがそれぞれの目標速度まで加速されて等速同期状態に達した時点(加速が終了した時点)で、ウエハW

への露光動作の開始に先立って、再び反射光強度Sigをモニタし、その値が先に内部メモリに記憶した値と異なっている場合には、レチクルステージRSTに作用する加速度によりレチクルRが位置ずれしたものと判断して、露光を中止する。これにより、レチクルステージRST移動時のレチクルRの位置ずれ(吸着ずれ)に起因する露光不良(重ね合わせずれ)の発生を未然に防止することができる。

【0044】一方、ウエハWへの露光動作の開始に先立って、再び反射光強度Sigをモニタした時の値が先に記憶した値とほぼ等しい場合には、主制御装置30は照明光学系IOPに露光開始の指令を出し露光を開始する。ここで露光開始の指令とは、光源が例えばエキシマレーザである場合には該エキシマレーザへの発振指示や、照明光学系IOP内のシャッタの解放指令等を指す。

【0045】ところで、主制御装置30が、上記のようにしてレチクルRの位置ずれを判断し露光を中止した場合に、その後のシーケンスとしては、種々のものが考えられ、例えば、エラーメッセージ(ブザー音、ランプの点滅等)を不図示の警報装置を介してオペレータに発し、オペレータからの指示(操作)待ち状態とするようなシーケンスを設定しておいても良い。

【0046】しかしながら、露光中断状態の継続は、スループット低下の要因となるので、主制御装置30が、レチクルRの位置ずれを検出した場合、直ちに露光動作を中止すると同時に、即座に前述のレチクルアライメント、あるいは更にベースライン計測を再度実行するようなシーケンスを予め設定して置くことが望ましい。このようにすれば、スループットを殆ど低下させることなく、上記のレチクルアライメント、あるいは更にベースライン計測の結果を用いて、レチクルRの位置を元に戻して走査露光を再度行なったり、あるいは位置ずれ後のレチクルRの位置を正しく検出し直して、レチクルのずれを考慮してウエハステージWSTの位置制御を行ないつつ走査露光を再度行なったりすることができるようになる。

【0047】以上の説明では、簡単化のためにレチクルステージRSTとレチクルRとの相対位置関係を計測する位置センサは、1次元方向(主に走査方向)の位置ずれのみを検出するものとしたが、これに限らず、上記位置センサに加え、X方向に周期性を有する格子マークを、レチクルRのパターン面及び吸着部28の下面にそれぞれ形成するとともに、これらのマークを用いてレチクルRのX方向の位置ずれを検出する位置センサを設けることにより、レチクルRの2次元的な位置ずれを検出するようにしても良いことは勿論である。

【0048】なお、上記実施形態では、レチクルステージRSTとレチクルRとの相対位置関係を計測する位置センサを図4(B)に示されるようなホモダインの検出

系を用いて構成する場合について説明したが、これに代えて格子マーク34aと34bに入射する光束の振動数を僅かに異ならせたヘテロダインの検出系を用いて位置センサを構成し、格子マーク24bからの反射光の強度ではなく強度変化の位相を検出するものとすれば、そのヘテロダイン周波数（前記振動数の差）と、格子マーク24bの周期と、検出された位相変化とに基づいてレチクルRがずれたか否かだけでなく、そのずれ量をも検出することが可能になる。

【0049】このようなヘテロダインの検出系から成る位置センサを採用する場合には、主制御装置30では、ステージ制御系21によるレチクルステージRSTとウエハステージWSTとの相対走査開始前と、両ステージの加速終了時との位置センサの検出値（強度変化の位相）が相互に異なる場合には、その位相変化（当該両検出値）に基づいてレチクルステージRSTの面内位置を補正した後に露光を開始することが可能になる。これにより、相対走査の開始後、加速中のレチクルステージRSTに加わる加速度に起因してレチクルRが位置ずれした場合にも、露光を中止することなく、相対走査開始前と加速終了時との位置センサの検出値に基づいてレチクルステージRSTの面内位置が補正されるとともに露光が行われる。従って、レチクルステージWST加速時のレチクルRの位置ずれに起因する露光不良の発生を未然に防止することができるとともに、露光が中止されないため、スループットの低下も生じない。

【0050】また、この場合には、その走査露光中も主制御装置50では、位置センサの出力を常時モニタし、位相変化が生じた場合には、変化前後の位相に基づいてレチクルステージWSTの面内位置をステージ制御系21を介して補正しつつ露光を続行するようにしても良い。

【0051】また、レチクルステージRST上の比較的離れた2点（例えば図3の真空吸着部22a、22dの位置）に位置センサ及びこの検出対象である格子マークを配置した場合には、レチクルRの回転ずれ量も計測が可能であり、レチクルRが回転ずれを起こしてしまった場合にも、その回転ずれ量相当だけレチクルステージRSTを回転させ、回転ずれをキャンセルすることが可能である。

【0052】以上のように、位置センサとしてヘテロダインの検出系を採用する場合には、レチクルRがレチクルステージWSTの加速度によりレチクルステージよりずれてしまった場合にも、その復帰のための時間（上記のレチクルアライメント等のための時間）を全く必要としないので、スループットを全く低下させることがないというメリットがある。

【0053】なお、上記実施形態に係る図3（B）の位置センサを採用する場合には、レチクルR上に格子マーク24a、24b等を設けることが前提となるが、検出

手段を、例えば、図5に示されるような、レチクルRの側面に所定角度で光ビームを照射する照射光学系51a（又は51b）と、この反射光を受光する受光光学系52a（又は52b）とから成る斜入射方式の位置検出系53A（又は53B）により構成する場合には、レチクルR上に特別なマークを設けなくてもレチクルRのレチクルステージRSTに対する位置ずれを検出することが可能になり、また、この場合には、投影露光装置で通常用いられる斜入射光式の焦点検出系と同様に、受光光学系52a（又は52b）内の受光素子に対する反射光の入射位置等に応じてその位置ずれ量を検出することも可能である。また、この場合も、図5に示されるように、走査方向の位置検出用の位置検出系53Aと、非走査方向の位置検出系53Bとを設けることにより、レチクルRのXY2次元方向の位置ずれを検出することが可能である。勿論、この場合にも、走査方向又は非走査方向のいずれかに位置検出系を2つ設ければ、レチクルRの回転ずれ量をも検出することが可能になる。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし3に記載の発明によれば、マスクステージ加速時のマスク（レチクル）の位置ずれに起因する露光不良の発生を未然に防止し、これにより不良LSIの製造を未然に防止することができるとい、信頼性が高く優れた露光装置を提供することができる。

【0055】特に、請求項3に記載の発明では、マスクステージ加速時のマスク（レチクル）の位置ずれに起因する重ね合わせ精度劣化やスループットの低下は全く生じないという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施形態に係る走査型露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】図1の走査型露光装置におけるレチクル及びウエハの走査の状態を示す斜視図である。

【図3】図1のレチクルステージ部分の平面図である。

【図4】（A）は図3の真空吸着部22d近傍の拡大図、（B）は図4（A）のB-B線断面図である。

【図5】検出手段の他の構成例を説明するための図である。

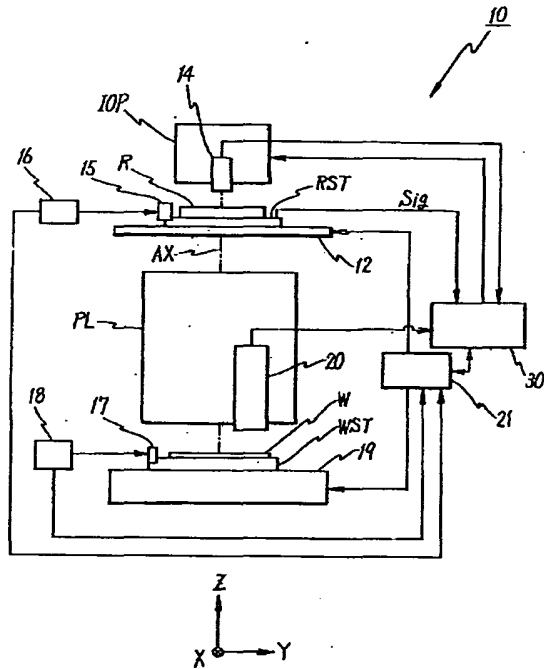
【符号の説明】

- 10 走査型露光装置
- 14 レチクルアライメント顕微鏡（計測手段）
- 21 ステージ制御系
- 36 光源（検出手段の一部）
- 38 整形レンズ（検出手段の一部）
- 40 ハーフミラー（検出手段の一部）
- 42 ミラー（検出手段の一部）
- 44 光ディテクタ（検出手段の一部）
- 50 主制御装置
- R レチクル（マスク）

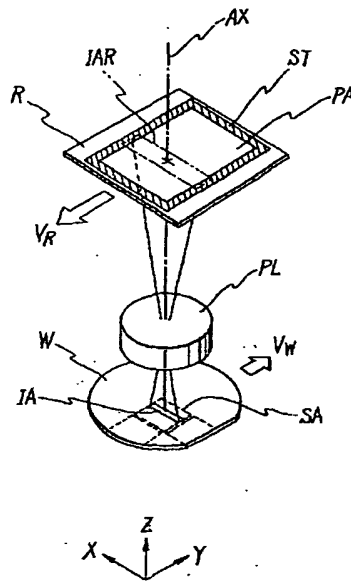
W ウエハ (感応基板)
PL 投影光学系

RST レチクルステージ (マスクステージ)
WST ウエハステージ (基板ステージ)

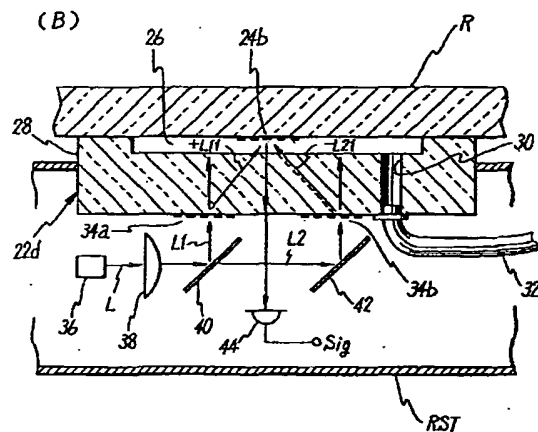
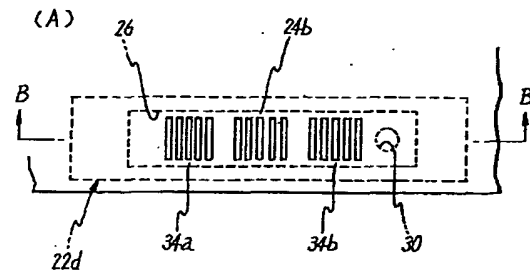
【図1】



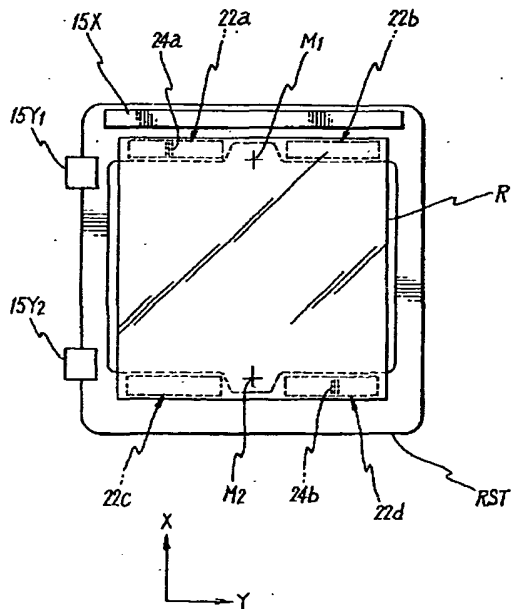
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

